

## ПРО ДИНАМІЧНУ КРИВИЗНУ ПРОСТОРУ-ЧАСУ ПРИ ФОРМУВАННІ НАУКОВОЇ КАРТИНИ СВІТУ

Владлена Гончарова, Олег Царенко

(м. Кропивницький)

Формування фундаментальних понять матерії, простору і часу носить специфічний характер, тісно пов'язаний з генезисом й етапами їх становлення та розвитку, а отже і відповідно зі змістом навчальних програм загальноосвітньої і вищої школи. Це потребує визначення відповідності як змісту, так і обсягу теоретичних основ матеріалу для кожного етапу його вивчення.

Пізнання сутності основ фундаментальних понять простору і часу на кожному етапі тісно пов'язане з вивченням закону тяжіння і його вагомих проявів у природі. У роботі обговорюються деякі проблеми щодо вивчення унікальних властивостей гравітації, формування фундаментальних понять і наукової картини світу.

І. Ньютон виразив так званий закон гравітації у вигляді пропорційностей: тяжіння існує до усіх тіл, пропорційно їх масі (т.б.  $F \sim m \cdot M$ ) та обернено пропорційно квадрату відстані між частинками ( $F \sim r^{-2}$ ) [3]. У законі тяжіння Ньютона і його послідовників гравітаційної сталої не існувало. З'явилась вона лише в «Трактаті з механіки» С. Пуассона (1811 р.) у вигляді символу  $f$ , фізична сутність якого визначалась так « $f$  – сила притягання одиничних мас на одиничній відстані» [4].

Варто відмітити, що закон всесвітнього тяжіння, представлений математично як  $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$  вірний лише для точкових мас і сферичних тіл.

На основі виконаних розрахунків І. Ньютон показав, що сила, яка утримує планети Сонячної системи на своїх орбітах, діє за таким же законом, як і

звична для нас земна сила тяжіння. Це дозволило Ньютону поширити закон на всі тіла природи, а сам закон набув статусу закону всесвітнього тяжіння.

Відзначимо, що експериментальне визначення  $G$  на заняттях неможливе, оскільки гравітаційна взаємодія малих тіл дуже мала. В. Брагінський і А. Полнар'єв вказують, що «головна трудність гравітаційного експерименту не тільки, і не стільки, в слабину ефектів гравітаційної взаємодії, стільки у відносно значному рівні перешкод негравітаційного походження» [1]. Тому в процесі вивчення поняття гравітаційної сталої достатньо здійснити її розрахунки теоретично та встановити одиниці вимірювання. Наприклад, через розв'язування задачі типу: «Маса великої свинцевої кулі  $M = 5$  кг, а маленької кульки  $m = 10$  г. Відстань між їхніми центрами  $R = 7$  см, а сила притягання між ними  $F = 6,12 \cdot 10^{-10}$  Н. Розрахувати гравітаційну сталу».

Для студентів варто відмітити, що якби значення гравітаційної сталої змінювалось, то змінювалась би світність Сонця та відстані між планетами і іншими космічними явищами. Доки ж дослідженнями щодо вимірювання величини гравітаційної сталої – зміни не виявлені. Таким чином, згідно з уявленнями сучасної фізики, гравітація – це універсальна взаємодія між будь-якими видами матерії. Якщо ця взаємодія відносно слабка, то тіла рухаються повільно (в порівнянні зі швидкістю світла) і закон всесвітнього тяжіння Ньютона є справедливим. Проте сам Ньютон не зміг пояснити природу тяжіння і окремі його протиріччя: турбувало те, що немає зв'язку між гравітацією й іншими видами взаємодій. У подальшому всі спроби звести гравітацію до електромагнетизму виявились марними [5].

А. Ейнштейн свою теорію побудував на принципі еквівалентності та концепції чотирьохвимірному світу Мінковського:

1) Згідно з принципом еквівалентності, маса тіла проявляється або як «інерція», або як тяжіння [2], тобто  $m_{\text{ін}} = m_{\text{гр}}$ , що багатократно

підтверджувалось дослідями. Це дозволило Ейнштейну «замінити однорідне поле тяжіння рівномірно прискореною системою відліку». Тому виведені ним рівняння гравітаційного поля мають однакову (коваріантну) форму для широкого класу можливих систем відліку.

2) В основу концепції 4-вимірного світу Мінковський поклав загальновідомий дослідний факт: «Предметом нашого сприйняття є лише місце і час, взяті разом». В цьому випадку можна говорити про світову точку і світові лінії, які відображають стан фізичного явища в даний час, а для лінії – зміну цих станів з часом [4].

Із загальної теорії відносності (ЗТВ) слідує, що речовина викривляє простір-час, а рух речовини визначається геометричними властивостями самого простору-часу. На основі ЗТВ А. Ейнштейн передбачив викривлення світлових променів поблизу масивних об'єктів (наприклад Сонця), зміну частоти світла під впливом поля тяжіння (червоне зміщення), тимчасову прецесію орбіти супутника біля масивних об'єктів (Меркурія поблизу Сонця). Сьогодні на основі ЗТВ і квантової механіки розв'язуються ряд проблем космології і фізики елементарних частинок, пов'язані з властивостями простору-часу, червоним зміщенням в спектрах тощо. А так як гравітація – суть викривлення простору, то гравітаційні хвилі – є хвилями його кривизни та причиною зміни геометрії простору-часу.

Таким чином, в науковій картині світу гравітація виступає або як тяжіння будь-яких двох тіл чи частинок, або як гравітаційне поле і гравітони, як кривизна простору-часу, ознайомлення з яким має вагомe значення для формування кваліфікаційних компетентностей майбутніх учителів фізики в плані розвитку в них стійкого інтересу до актуальних проблем сучасної фізики.

## **БІБЛІОГРАФІЯ**

1. Брагинский В.Б. Удивительная гравитация (или как измеряют кривизну мира)/ В.Б. Брагинский, А.Г. Полнарев. – М.: Наука, 1985. — 160 с.
2. Эйнштейн А. Собрание научных трудов в 4-х томах. Т. 1. Работы по теории относительности/ Альберт Эйнштейн – М.: Наука, 1965. – 702 с.
3. Ньютон И. Математические начала натуральной философии/ Исаак Ньютон – М.: Наука, 1989 – 688 с.
4. Томилин К.А. Фундаментальные физические постоянные в историческом и методологическом аспектах/ К.А. Томилин – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 368 с.
5. Щербаков Р.Н. Гравитация в научной картине мира /Р.Н. Щербаков// Физика в школе. – 2011. – №3. – С. 41-47.

#### **ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ**

**Гончарова Владлена Олександрівна** – студентка VII курсу спеціальності «Фізика» Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка;

*Коло наукових інтересів:* методика і технології навчання фізики в середній і вищій школі.

**Царенко Олег Миколайович** – кандидат технічних наук, професор кафедри фізики та методики її викладання Кіровоградського державного педагогічного університету імені Володимира Винниченка; \_

*Коло наукових інтересів:* методологічні дослідження навчального процесу, інноваційні педагогічні технології навчання.